

城市建成环境对慢性病影响的实证研究进展与启示

The Influence of Built Environment on Chronic Disease: Review and Enlightenment

张延吉
Zhang Yanji

摘要: 在慢性疾病已成为严峻社会问题的当下, 建设健康城市为城市规划与公共卫生学科的再合作提供了契机, 而厘清城市建成环境对慢性病的影响则是科学规划的前提。大量既有的西方文献表明, 城市规划完全有能力通过各类环境要素的优化, 达到增加体力活动、促进合理膳食、抑制慢性疾病, 以及提升健康水平的政策目标。本文重点围绕量化城市建成环境、建构影响路径框架、克服自选择机制等问题进行评述, 为我国开展该领域的实证研究提供借鉴和参考。

Abstract: Under the background of serious social problem caused by chronic diseases, the construction of healthy city provides an opportunity for re-cooperation between urban planning and public health, while clarifying the impact of urban built environment on chronic diseases is the basis of effective planning. According to western literature, urban planning is fully capable of increasing physical activity, promoting reasonable diets and diminishing chronic diseases via improving physical environment. This paper focuses on quantifying urban built environment, constructing analytical framework, and overcoming problems of self-selection, so as to provide reference for Chinese empirical research in this field.

关键词: 健康城市; 体力活动; 建成环境; 慢性病; 自选择

Keywords: Healthy City; Physical Activity; Built Environment; Chronic Disease; Self-selection

福建省自然科学基金 (2018J01747)

作者: 张延吉, 博士, 福州大学建筑学院城乡规划系, 讲师。chairman7up@126.com

1 研究背景及意义

伴随着城市化和机动化进程, 慢性非传染性疾病已经取代急性传染病, 成为城市公共健康的首要威胁^[1], 对市民生活、经济发展与社会和谐造成了一系列负面影响。以中国为例, 1992—2013年, 城市居民中的超重人数年均增长4.5%; 2013年, 与肥胖相关的高血压、心脏病、脑血管病等慢性病发生率高达20.4%; 其中, 心脏病和脑血管病跃升为城市居民的第二、第三大死亡病因^[2]。慢性疾病的蔓延有损于劳动生产率, 由此导致的间接经济损失将在2025年占到全国GDP的8.73%^[3]。加之弱势群体抵御疾病风险的能力弱于高收入群体, 公共健康问题还会激化贫富差距等社会矛盾^[4]。

高热量饮食和体力活动不足是引发肥胖及相关慢性疾病的主要原因^[5], 但人均热量摄入值的增长势头和体力活动量的下降态势未能得到有效扭转^[6,8]。如在美国, 颁布膳食指南、加强教育宣传、引入广告管制等预防性政策的效果并不理想^[9]; 健康出行倡议受制于蔓延化的空间形态又难以实施; 与健康状况息息相关的人口学特征和遗传性基因更无法通过政策手段加以改变^[10]。

与之相比, 城市建成环境具有改善优化的可行性、作用效果的长期性、惠及人群的广泛性等诸多优势^[10]。较之于医学技术被动式的治疗手段, 城市规划旨在通过主动式的干预政策, 营造有利于体力活动和均衡膳食的人居环境, 已经成为交叉学科的研究热点^[11]。诚如前美国注册规划师协会主席席尔瓦(Silver)所言, “与工业革命年代应对拥挤城市中的环境问题相似, 在城市蔓延引发健康危机的当下, 城市规划与公共卫生学科到了进行第二次合作的时刻”^[12]。

建设健康城市也是实施健康中国战略的必由之路。2016年10月印发的《“健康中国2030”规划纲要》明确指出, 应把健康融入城乡规划、建设、治理的全过程, 形成有利于健康的、公平可及的生产生活环境。而厘清城市建成环境对慢性病的影响路径和作用机制是编制健康城市规划的基础。但目前这一领域的国内研究刚刚起步, 将空间结构与公共健康相结合的实证分析极为有限, 难以在实践中有效指导建成环境的优化策略^[13]。

为此, 本文基于城市建成环境对慢性病影响的西方文献, 重点关注实证分析中的变量设置、理论框架和计量方法, 以对现有综述加以补充^[14,15], 并

为我国开展该领域的实证研究提供借鉴和参考。

2 主要变量设置

2.1 城市建成环境的测量

对变量进行科学测量是探究变量间因果关系的基础。作为自变量,城市建成环境的测量内容、方法和精度将直接影响研究结论的稳健性^[16]。目前,反映城市建成环境的变量主要包括客观指标和主观感知两类。客观指标数据主要来源于普查统计资料、实地观察、开源数据和街景地图^[17];主观感知则大多通过抽样调查获得。两者的测量内容相通,可大致分为单项指标和综合指数。

从单项指标来看,塞维罗和科克曼(Cervero & Kockelman)曾提出评价建成环境的3D维度,即密度(density)、混合度(diversity)、设计(design)^[18]。密度包括人口密度、就业密度、土地开发强度等;混合度通常以多种用地性质的熵指数、或赫希曼-赫芬代尔系数来评价;设计维度既包含宏观层面的街区尺度和道路通达性,也涉及微观层面的小品设计、街道舒适性等内容^[19]。在3D基础上,尤因和塞维罗(Ewing & Cervero)新增目的地可达性(destination accessibility)和到公共交通的距离(distance to transit)两个维度,形成评价物质环境的5D维度^[20]。其中,前者可通过到CBD的距离、设施可达性等指标来衡量;后者可用到地铁站、公交站距离或其密度来反映^[21]。

为规避单项指标间可能存在的高度共线性问题,一些学者采用综合指数评价建成环境。如将商业开发容积率、居住密度、功能混合度、道路交叉口密度求和,获得步行适宜度指数^[22,24]。尤因等(Ewing et al.)则利用主成分分析法,依据总体人口密度、居住密度低于1 500人/平方英里(1平方英里约等于2.59平方公里)的人口比重、居住密度高于12 500人/平方英里的人口比重、建成区人口密度、平均街区面积、小于0.01平方英里的街区比重等6个变量的因子载荷,加权求得蔓延指数^[25]。尔后又增加混合度、中心性等指标,以完善蔓延指数^[26]。不过,合成单一指数的做法会掩盖各类建成环境要素可能存在的影响差异,模糊复杂多样的作用机制^[16,27]。

食物环境属于建成环境中的目的地可达性维度。因与膳食行为可能具有密切关联,其测量内容被进一步扩展为食物可得性、可达性、可承受性、可接受度等多个方面。可得性主要指各类食物的供给是否充足;可达性则以到食物的距离和时间来衡量;可承受性聚焦食物价格或性价比;可接受度关注食物的品质、口味等^[28]。现有研究大多以零售商和餐馆两类型店铺的密度、或住家到店铺的距离,来评价食物的可得性与可达性;并且通常将超市和综合性餐馆认定为健康

食物来源,而把小型杂货店、便利店和快餐店视为非健康食物来源。但以店铺类型判别其供应的食物是否健康有过于简化之嫌;同时,由于店铺类型的划分尚无统一标准,使得各类研究结论缺乏可比性。为此,一些学者呼吁,除了探讨商铺点位的空间结构外,也需通过消费者调查和实地观察,获得店内具体食品(如蔬菜、水果、瘦肉)的供给量、品质、价格等方面的空间分布信息^[29,30]。

需要指出的是,在测量建成环境的过程中,存在随意设定空间分析单元及其范围的问题。部分研究以行政区划(如大都市区、县、人口统计区)为分析单元^[9,27,31-34]。这不仅会产生边界效应和生态谬误,而且会忽视行政区内部的非均质性特征。另一些研究利用GIS软件,以被调查者的住所为中心,通过设置半径来划定社区范围。但现有文献的搜索半径从100m~2km不等,搜索方式也不尽相同(或欧氏距离、或路网距离)。这不仅难以准确反映各类人群的真实活动范围,也对结论的稳健性造成了干扰^[35]。更为重要的是,大部分研究只关注居住地周边的建成环境,未考虑其他活动地点的空间特征^[10,36]。尤其是在食物环境的测量中,不顾及工作地会扭曲食品可达性的真实分布^[37]。因此结合出行调查,全面测量基于完整路径的食物环境是最佳选择^[38]。

此外,既有研究对建成环境主观感知的作用关注不足。格贝尔等(Gebel et al.)发现,主观感知与客观指标在三分之一左右的人群中并不匹配^[24]。例如一个客观指标显示是步行友好型的社区,可能因为质量维护、卫生保洁、管理体制等方面存在不足,造成微观环境的空间体验欠佳^[39],而两者的差异会对步行行为和身体质量指数(BMI)造成显著影响^[24]。但在目前的大多数研究中,建成环境的主观感知因素未获重视^[10,28]。各类群体的主观感知与客观指标的匹配度是否存在规律?主观环境感知对体力活动、饮食行为、以及慢性病的影响究竟为何?这一影响与客观指标的作用有何异同?如何增进两者的匹配等问题有待未来研究加以解答^[36]。

2.2 慢性病状况的测量

作为因变量,慢性疾病状况的测量内容相对简明,主要通过主观汇报和客观记录搜集数据。前者一般通过问卷调查,由被调查者汇报身高、体重(由此计算出BMI和肥胖率)^[22,24]、血压、各类慢性病患病史^[27]、身体状况综合自评^[34]等内容;后者利用仪器采集数据,少数研究通过医院等机构获得病人的患病情况和体检结果^[40],再根据病人住址考察周边环境影响。总体而言,主观汇报方式操作简便,使用广泛,但容易产生误差问题;客观记录的数据更为精准,但实施成本及难度较高。

3 研究框架及主要发现

3.1 研究框架

城市生态系统学是建构建成环境与慢性病关系的理论基础。该理论认为公众健康既受到个体层面的经济社会属性、遗传基因、行为习惯等影响，也与社会资本、经济发展水平、物质建成环境、自然生态条件等外在因素有关^[41,42]。美国的经验研究表明，对居民的身体健康而言，社区环境是仅次于个体特征的第二大影响因素，所以城市建成环境的改善能够为促进公共健康发挥积极功效^[33]。

由于热量输入与输出的不平衡是引致肥胖及相关慢性病的重要原因，健康城市研究主要聚焦于两类影响路径：一是关注城市建成环境与体力活动之间的关联，以期通过增加体力活动达到加速热量消耗的目的；二是关注城市建成环境、尤其是食物环境与饮食行为之间的关联，进而通过合理膳食达到抑制热量过多摄入的目的^[16]（图 1）。

3.2 路径一：建成环境→体力活动→健康状况

各类建成环境要素对体力活动影响的研究较为丰富^[10,43]。从城市密度的影响来看：高密度压缩了各类目的地之间的时空距离，为绿色出行和增加体力活动创造了条件^[44]。相反，建成区蔓延的趋势越强烈，通勤时间就越长，步行行为将明显受阻，人均机动车行驶里程也会随之增加。这导致中高强度的体力活动不断减少^[45]，BMI、肥胖率，以及高血压、心脏病、糖尿病等患病率显著提高^[25,27,33]。如美国大都市区的蔓延指数每增加 1%，居民超重和肥胖的风险将分别上升 0.2% 和 0.5%^[31]。也有研究指出，高密度只对失业人口、退休人员、健康状况欠佳等弱势群体的步行行为和健康状况具有影响，对其余人群的作用并不显著^[46]。与之相对，全美大都市区的调查表明，由于过高密度容易引发身心压力和不安全感，居住密度对整体健康状况的自我感知产生了不利影响^[27]；而在希腊也发现了高密度的负面作用^[47]。该结论对城市密度普遍高于欧美地区的中国具有一定的启示性^[13]。

从功能混合度的影响来看：土地功能混合对于增加体力活动和促进身体健康具有积极意义，该发现在各类研究中基本稳健，这与小尺度内多样化的空间环境丰富了活动内容、增进了居民安全、激发了城市活力有关^[16]。美国亚特兰大的研究显示，土地功能混合度显著影响着居民的出行方式，而每天开车时间增加 1 小时，肥胖率就会提高 6%；每天多步行 1 小时，肥胖率便会下降 4.8%^[48]。莱西等（Lathey et al.）也认为，单一功能会加剧市民对机动出行的依赖，因此就预防糖尿病、高血压等慢性疾病而言，提供各类非居住功能比社区区位是否位于市中心更为重要^[40]。

从道路网设计的影响来看：由于主干道的交通事故较多、空气污染严重，邻近高速路和主干道不利于开展文体活动和绿色出行，导致周边社区的肥胖现象高发^[33,39,49,50]。而在道路系统中铺装人行道、设置非机动车道、加装路灯，则有助于促进交通微循环和增加居民的体力活动，继而起到抑制慢性病的作用^[33,51]。就道路网结构而言，单个街区的面积越大，社区肥胖率将显著上升；道路交叉口密度增加，则会减少肥胖现象^[34]，并对整体健康状况的自评和医生评价起到显著的正面影响^[27]，反映出小街区在健康城市建设中的重要价值。不过，部分研究发现，功能混合及路网结构对公共健康的影响在女性和少数民族中并不明显^[52]，在城市化率较低的郊区尚不显著^[53]，两者对 BMI 的影响力在各个城市也不相同^[54]。

从目的地可达性和公共交通可达性的影响来看：全球 11 国的大样本调查表明，低成本的文娱设施和公交站点的可达性均与体力活动具有显著正向关联^[51]。增加公园、体育场所等公共设施能有效降低肥胖率和慢性病发生率，正是因为这些设施的可达性存在空间不平等现象，造成了低收入社区和少数族裔社区的肥胖率偏高^[49,55,56]。伦敦和马里恩（Marion）县的研究也证实，在家庭周边开设公共娱乐场所、或布置绿色开敞空间将为体育锻炼提供去处，对控制青少年 BMI 的过快上升发挥了显著作用^[57,58]。莱西等在亚利桑那州的调查进一步发现，在减少慢性病方面，具有首要影响的并非是密度本身，而是构成密度的要素。由于文娱商业设施创造了更多人性化活动的机会，其对降低肥胖、代谢紊乱、糖尿病、高血压以及心脏病的患病风险具有显著功效^[40]。而公交站点密度和地铁站点密度不仅和 BMI 存在显著负向关系^[59]，使用公共交通对总体健康状况的自我感知也有正面意义，这与公交出行加快了卡路里消耗有关^[34]。

另有一些研究关注综合指数的影响。研究发现，适宜步行的建成环境对居民的绿色出行频率和中等强度的活动量均有显著正向影响，这使得步行友好型社区中的市民拥有更低的 BMI、更小的超重概率^[32,60]、以及更为合理的舒张压和收缩压区间^[61]。此外，步行友好型的建成环境还有助于减少机

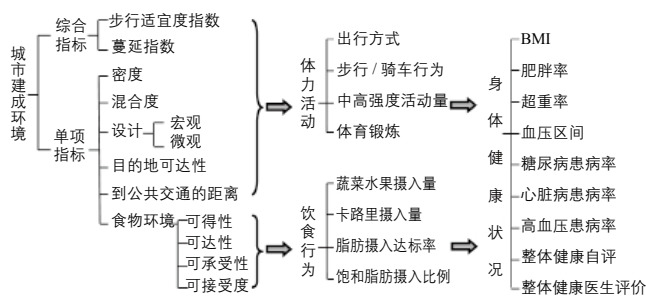


图 1 变量设置及基本研究框架
资料来源：作者绘制

动车尾气排放,间接预防了与呼吸系统相关的各类疾病^[62]。不过,从高血压患病率、糖尿病患病率、整体健康水平的自评值和医生评价值来看,步行友好型环境仅对长期居住者具有显著影响。这暗示,城市建成环境对体力活动和身材体形的作用或可直接显现,但就慢性疾病及整体健康状况而言,优化建成环境的成效需要一个不断累积的过程^[32]。

3.3 路径二:建成环境→饮食行为→健康状况

从零售商构成的食物环境影响来看:经常去超市购物的美国消费者,其日均蔬菜水果的摄入量是不常去的1.22倍^[63]。在超市可达性较好的社区,居民的蔬果摄入量也普遍高于全国均值^[64]。而食物环境对饮食行为的影响在有色人种中更为明显,这与弱势群体的活动半径有限、更依赖较小空间范围内的建成环境有关^[9]。与之相伴,多项研究显示,大型超市的可达性越高,区域内居民的BMI、肥胖率和高血压患病率会显著下降;但社区便利店和小型杂货店的可达性却与BMI、超重率和高血压患病率存在显著的正向关联。这部分因为超市提供了蔬菜、水果、瘦肉等多样化的新鲜食材,小型零售商则更多销售高热量的垃圾食品^[65-68]。在美国,恰恰是低收入社区集聚了更多的小型便利店,其供应的食物不仅种类少、质量差,价格还高于大型超市中的同类产品,这种非均质的“食物荒漠”加剧了弱势群体的健康危机^[69],产生了贫困放大效应^[70]。

从餐馆构成的食物环境影响来看,部分研究揭示了快餐店对慢性病的消极影响。如在美国犹他州,县域范围内的快餐店密度与肥胖率存在显著的正相关关系^[71]。在伦敦,若学校周边500m范围内设有快餐店,学生的BMI会显著增加^[57]。针对波特兰的研究还发现,高密度的快餐店与血压上升具有密切关联,特别是在不适宜步行的建成环境中,快餐店密度对心血管疾病的负面作用尤为明显^[61]。与小型便利店相似,快餐店在少数族裔等低社会阶层社区中高度集聚,进一步加剧了肥胖和慢性病在贫困区域的高发态势^[30,72]。但在不少研究中,快餐店、综合性餐馆等环境要素对健康状况的影响并不显著^[73,74],一些结论也互为矛盾,这与变量设置、研究地域、分析对象或计量方法存在差异有关^[68]。

4 自选择机制及研究方法的改进

4.1 自选择机制对因果分析的干扰

综上所述,既有研究均试图检验各类建成环境要素与慢性病发生之间的因果关系。从方法论来看,要证明两者间的

因果关系,需要至少满足三个条件:第一,变量间必须具有相关性。第二,原因应发生在结果之前,即自变量与因变量在时序上存在先后。第三,因果效应不能被第三个变量所解释,即在分析中不应遗漏变量,以避免获得假相关的结论^[75]。然而,自选择机制(self-selection)使得两者间的因果关系受到挑战。

自选择机制的产生源于个体选择社区的过程,往往取决于自身的居住偏好、行为态度、饮食习惯、以及对健康的重视程度等。比如,一个习惯久坐和机动出行的超重者喜欢居住在低密度的蔓延环境中,那么其肥胖究竟是由所处的建成环境导致的,还是主要受行为偏好的影响则是待解的难题。而目前针对两条影响路径的研究大多利用横截面数据进行最小二乘回归(OLS),这只能检验建成环境与慢性病之间的相关性,无法满足建构因果关系中的第二和第三个条件。

4.2 纳入态度偏好以控制自选择因素

较为简单的处理方法是在OLS回归中尽可能纳入居民对社区环境的偏好、对出行方式的态度、运动喜好、饮食习惯、以及健康意识等混淆变量^①。一些研究显示,加入上述变量后,回归结果会发生明显变化。

如汉迪等(Handy et al.)针对加州的调查发现,当纳入态度偏好的变量后,设施可达性对出行方式不再具有显著影响,证明自选择效应不容忽视^[85]。弗兰克等(Frank et al.)在亚特兰大的研究表明,肥胖与个体的行为偏好更为相关,其与建成环境存在伪相关关系;但在考虑行为偏好后,步行友好型的建成环境对促进步行行为和减少机动车依赖仍可发挥稳健的积极作用^[22]。

4.3 地理加权回归以控制空间自相关

OLS回归的无偏性依赖于样本独立、随机等假设,但在纳入态度偏好等变量后,回归残差仍可能呈现空间自相关,进而导致结果偏误^[47]。这就需要通过地理加权回归(GWR),处理建成环境在不同区域存在差异化影响的问题。

以美国县域为单元的GWR分析发现,步行适宜度和道路通达性对肥胖率的负向影响强度在各县市并不相同;快餐店的分布虽在总体上与肥胖率不存在明显关联,但其作用在部分地区是显著的^[71]。与之相似,社区便利店和蔬菜水果铺对肥胖率的影响在不同县市也存有差异^[86]。即使是在同一城市内部,建成环境(如土地利用密度、开敞空间面积占比)对各区域儿童的BMI也表现出不同的影响程度、影响方向

① 除了态度偏好作为混淆变量外,人口特征、社会环境等因素也需要作为混淆变量加以控制。人口特征包括年龄、收入、教育程度^[54,76]、性别、经济社会地位^[77]、本地居住时长^[27,32],以及吸烟史、久坐行为等生活习惯^[49,54,78]。齐克等(Zick et al.)以被调查者直系亲戚的BMI作为混淆变量,巧妙控制了遗传因素对健康状况的影响^[79]。社会环境主要包括社会资本、社区凝聚力^[80-82]、社会互动^[32]、社会失序^[83]、犯罪率^[84]等混淆变量。

及显著水平^[47]。

总之, GWR 分析可使回归残差不再呈现空间自相关, 并获得更优的拟合度。更重要的是, 该方法能够揭示出基于空间区位的、多样化的因果关系, 有助于识别影响不同地区居民健康状况的差异化因素, 以便提出针对性的环境优化策略^[47]。

4.4 设计纵向研究以控制不可变因素

然而, 无论是在 OLS 中纳入态度偏好、还是运用 GWR 方法, 混淆因素都无法穷尽。尤其是个体的偏好习惯、遗传基因等因素难以完全控制, 但这些个体特征会在一段时期内基本保持稳定。多时点的纵向研究则具有控制不可变因素的优势, 这将大幅规避自选择问题的干扰。而且纵向研究能够满足自变量先于因变量发生的要求, 进而得到更为稳健的结论。

如埃德等 (Eid et al.) 基于 1988 年至 1994 年的面板数据回归, 发现城市蔓延程度及混合度与 BMI 不再具有显著关联^[87]①。尤因等 (Ewing et al.) 依托全美青少年追踪调查, 指出 OLS 回归中县域蔓延指数与肥胖率之间的关联被夸大了^[88]。贝里等 (Berry et al.) 通过 2002 年和 2008 年的追踪调查, 揭示了机动车对步行的阻碍及其对 BMI 的影响^[89]。贝尔等 (Bell et al.) 关注绿色开敞空间和居住密度对 2 年内青少年 BMI 变化的作用^[58]。李福忠等则聚焦于步行友好型的建成环境对 1 年内血压变化的影响^[61]。

考虑到追踪研究的成本和难度较高, 一些研究采用准纵向研究的思路。如以迁移居民为研究对象, 在单次调查中检验建成环境变化对当下健康状况的影响, 由于搬迁前后的个体特征大多没有发生改变, 可以基本达到控制不可变因素的效果^[85]。

5 总结与讨论

在慢性疾病已成为严峻社会问题的当下, 建设健康城市为城市规划与公共卫生学科的再次合作提供了契机。大部分文献从紧凑利用、功能混合、步行友好、公共设施和健康食物的可达性等不同角度, 证明城市规划有能力通过各类建成环境要素的优化, 达到促进体力活动、增进合理膳食的目标, 进而抑制肥胖率的高发、预防慢性病的蔓延, 并最终提升居民的总体健康状况。本文重点围绕变量设置、分析框架和计量方法进行了评述, 这三者也是开展实证研究的核心环节。

需要指出的是, 由于各个国家和城市的经济社会背景不同, 国外文献可以提供研究思路和分析方法的借鉴, 但编

制中国的健康城市规划仍有赖于本土化的实证基础, 以找到适用于特定地区和特定人群的空间干预手段。从现有文献来看, 国内研究已开始探讨人居环境对公共健康的影响, 但或是聚焦于某一类群体^[90], 或是选择个别社区进行案例分析^[91], 或是仅关注影响居民健康的环境污染因素^[76,92]。将城市建成环境和慢性疾病相结合的实证研究仍较为有限, 在城市内部以大样本调查为基础的系统分析存在未能有效控制自选择机制等不足^[93]。

鉴于既有的健康城市研究, 未来的实证分析可重点关注如下几个方面: (1) 基于出行调查, 划定符合个体实际活动的空间分析范围; (2) 量化描述我国城市中健康与非健康食物的可达性分布; (3) 结合互联网开源数据和实地调查数据, 检验客观建成环境指标和主观环境感知对公共健康影响的异同; (4) 研究作用机制在不同人群间的差异, 尤其重视城市建成环境对弱势社会阶层的健康状况影响; (5) 在研究方法上, 通过纵向研究设计和面板数据回归, 克服自选择机制导致的内生性问题; (6) 通过地理加权回归分析, 提出针对特定区域的环境优化策略; (7) 挖掘因果关系中可能存在的中介变量 (如安全性^[84]、社会互动^[80,83]等), 以增强健康城市空间理论的完整性和解释力^[36]。UPI

参考文献

- [1] World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks[R]. Geneva: World Health Organization, 2009.
- [2] 国家卫生和计划生育委员会. 2015 中国卫生和计划生育统计年鉴 [M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2015.
- [3] POPKIN B M. Will China's nutrition transition overwhelm its health care system and slow economic growth? [J]. Health Affairs, 2008, 27(4): 1064-1076.
- [4] 解堃. 中国居民慢性病的经济影响 [J]. 世界经济文汇, 2011(3): 74-86.
- [5] 郑晓瑛, 宋新明. 中国人口转变、经济发展与慢性病增长 [J]. 中国高校社会科学, 2014(4): 109-118.
- [6] WANG Y, MI J, SHAN X, et al. Is China facing an obesity epidemic and the consequences? the trends in obesity and chronic disease in China [J]. International Journal of Obesity, 2007, 31(1): 177-188.
- [7] NG S W, NORTON E C, POPKIN B M. Why have physical activity levels declined among Chinese adults? findings from the 1991-2006 China Health and Nutrition Surveys [J]. Social Science & Medicine, 2009, 68(7): 1305-1314.
- [8] DAY K, ALFONZO M, CHEN Y, et al. Overweight, obesity, and inactivity and urban design in rapidly growing Chinese cities [J]. Health & Place, 2013, 21(5): 29-38.
- [9] MORLAND K, WING S, ROUX A D. The contextual effect of the local food environment on residents' diets: the atherosclerosis risk in communities study [J]. American Journal of Public Health, 2002, 92(11): 1761-1767.
- [10] LOON J V, FRANK L. Urban form relationships with youth physical activity: implications for research and practice [J]. Journal of Planning Literature, 2011, 26(3): 280-308.
- [11] 谭少华, 郭剑锋, 江毅. 人居环境对健康的主动式干预: 城市规划学科新趋势 [J]. 城市规划学刊, 2010(4): 66-70.

① 但该文以非开发面积比重和尤因等^[25]的蔓延指数评价空间紧凑度、以零售店和教堂数量反映混合度的做法存在效度问题。

- [12] SILVER M. Planners and public health professionals need to partner... again[J]. North Carolina Medical Journal, 2012, 73(4): 290-296.
- [13] 林雄斌, 杨家文. 北美都市区建成环境与公共健康关系的研究述评及其启示[J]. 规划师, 2015, 31(6): 2-19.
- [14] 李志明, 张艺. 城市规划与公共健康: 历史、理论与实践[J]. 规划师, 2015, 31(6): 5-11,26.
- [15] 王兰, 廖舒文, 赵晓菁. 健康城市规划路径与要素辨析[J]. 国际城市规划, 2016, 31(4): 4-9.
- [16] FENG J, GLASS T A, CURRIERO F C, et al. The built environment and obesity: a systematic review of the epidemiologic evidence[J]. Health & Place, 2010, 16(2): 175-190.
- [17] SILVA V, GRANDE A J, RECH C R, et al. Geoprocessing via google maps for assessing obesogenic built environments related to physical activity and chronic noncommunicable diseases: validity and reliability[J]. Journal of Healthcare Engineering, 2015, 6(1): 41-54.
- [18] CERVERO R, KOCKELMAN K. Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design[J]. Transportation Research D, 1997, 2(3): 199-219.
- [19] EWING R, TIAN G, GOATES J P, et al. Varying influence of the built environment on household travel in 15 diverse regions of the United States[J]. Urban Studies, 2015, 52(13): 2330-2348.
- [20] EWING R, CERVERO R. Travel and the built environment[J]. Transportation Research Record, 2001, 1780: 87-114.
- [21] EWING R, CERVERO R. Travel and the built environment: a meta-analysis[J]. Journal of the American Planning Association, 2010, 76(3): 265-294.
- [22] FRANK L D, SAELENS B E, POWELL K E, et al. Stepping towards causation: do built environments or neighborhood and travel preferences explain physical activity, driving, and obesity?[J]. Social Science & Medicine, 2007, 65(9): 1898-1914.
- [23] OWEN N, CERIN E, LESLIE E, et al. Neighborhood walkability and the walking behavior of Australian adults[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2007, 33(5): 387-395.
- [24] GEBEL K, BAUMAN A E, SUGIYAMA T, et al. Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: prospective relationships with walking and weight gain[J]. Health & Place, 2011, 17(2): 519-524.
- [25] EWING R, SCHMID T, KILLINGSWORTH R, et al. Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity[J]. American Journal of Health Promotion, 2003, 18(1):47-57.
- [26] EWING R, MEAKINS G, HAMIDI S, et al. Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity - update and refinement[J]. Health & Place, 2014, 26(2): 118-126.
- [27] KELLY-SCHWARTZ A C, STOCKARD J, DOYLE S, et al. Is Sprawl unhealthy? a multilevel analysis of the relationship of metropolitan sprawl to the health of individuals[J]. Journal of Planning Education and Research, 2004, 24(24): 184-196.
- [28] CASPI C E, SORENSEN G, SUBRAMANIAN S V, et al. The local food environment and diet: a systematic review[J]. Health & Place, 2012, 18(5): 1172-1187.
- [29] KELLY B, FLOOD V M, YEATMAN H. Measuring local food environments: an overview of available methods and measures[J]. Health & Place, 2011, 17(6): 1284-1293.
- [30] BLACK C, MOON G, BAIRD J. Dietary inequalities: what is the evidence for the effect of the neighbourhood food environment?[J]. Health & Place, 2014, 27(3): 229-242.
- [31] LOPEZ R. Urban sprawl and risk for being overweight or obese[J]. American Journal of Public Health, 2004, 94(9): 1574-1579.
- [32] DOYLE S, KELLY-SCHWARTZ A, SCHLOSSBERG M, et al. Active community environments and health: the relationship of walkable and safe communities to individual health[J]. Journal of the American Planning Association, 2006, 72(1): 19-31.
- [33] JOSHUA C E, BEEHMER T K, BROWNSON R C, et al. Personal, neighbourhood and urban factors associated with obesity in the United States[J]. Journal of Epidemiology and Community Health, 2008, 62(3): 202-208.
- [34] SAMIMI A, MOHAMMADIAN A, MADANIZADEH S. Effects of transportation and built environment on general health and obesity[J]. Transportation Research Part D, 2009, 14(1): 67-71.
- [35] JAMES P, BERRIGAN D, HART J E, et al. Effects of buffer size and shape on associations between the built environment and energy balance[J]. Health & Place, 2014, 27(3): 162-170.
- [36] DING D, GEBEL K. Built environment, physical activity and obesity: what have we learned from reviewing the literature?[J]. Health & Place, 2012, 18(1): 100-105.
- [37] WIDENER M J, FARBER S, NEUTENS T, et al. Using urban commuting data to calculate a spatiotemporal accessibility measure for food environment studies[J]. Health & Place, 2013, 21: 1-9.
- [38] KESTENS Y, LEBEL A, DANIEL M, et al. Using experienced activity spaces to measure foodscape exposure[J]. Health & Place, 2010, 16(6): 1094-1103.
- [39] YU C. How differences in roadways affect school travel safety[J]. Journal of the American Planning Association, 2015, 81(3): 203-220.
- [40] LATHEY V, GUHATHAKURTA S, AGGARWAL R M. The impact of subregional variations in urban sprawl on the prevalence of obesity and related morbidity[J]. Journal of Planning Education and Research, 2009, 29(2): 127-141.
- [41] BARTON H, GRANT M. A health map for the local human habitat[J]. The Journal of the Royal Society for the Promotion of Health, 2006, 126(6):252-261.
- [42] BARTON H. Land use planning and health and well-being[J]. Land Use Policy, 2009, 26(12): S115-S123.
- [43] KERR J, ROSENBERG D, FRANK L. The role of the built environment in healthy aging: community design, physical activity, and health among older adults[J]. Journal of Planning Literature, 2012, 27(1): 43-60.
- [44] CAO X, FAN Y. Exploring the influences of density on travel behavior using propensity score matching[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2012, 39(3): 459-470.
- [45] LOPEZ-ZETINA J, LEE H, FRIIS R. The link between obesity and the built environment: evidence from an ecological analysis of obesity and vehicle miles of travel in California[J]. Health & Place, 2006, 12(4): 656-664.
- [46] FORSYTH A, OAKES J M, LEE B, et al. The built environment, walking, and physical activity: is the environment more important to some people than others?[J]. Transportation Research Part D, 2009, 14(1): 42-49.
- [47] CHALKIAS C, PAPADOPOULOS A G, KALOGEROPOULOS K, et al. Geographical heterogeneity of the relationship between childhood obesity and socio-environmental status: empirical evidence from Athens, Greece[J]. Applied Geography, 2013, 37(1): 34-43.
- [48] FRANK L D, ANDRESEN M A, SCHMID T L. Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2004, 27(2): 87-96.
- [49] GILES-CORTI B, MACINTYRE S, CLARKSON J P, et al. Environmental and lifestyle factors associated with overweight and obesity in Perth, Australia[J]. American Journal of Health Promotion, 2003, 18(1): 93-102.
- [50] ZHAO P. The impact of the built environment on bicycle commuting: evidence from Beijing[J]. Urban Studies, 2014, 51(5): 1019-1037.
- [51] SALLIS J F, BOWLES H R, BAUMAN A, et al. Neighborhood environments and physical activity among adults in 11 countries[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2009, 36(6): 484-490.
- [52] FRANK L D, KERR J, SALLIS J F, et al. A hierarchy of sociodemographic and environmental correlates of walking and obesity[J]. Preventive Medicine, 2008, 47(2) : 172-178.
- [53] WANG F, WEN M, XU Y. Population-adjusted street connectivity, urbanicity and risk of obesity in the US[J]. Applied Geography, 2013, 41(4): 1-14.
- [54] POULIOU T, ELLIOTT S J. Individual and socio-environmental determinants of overweight and obesity in urban Canada[J]. Health & Place, 2010, 16(2): 389-398.

- [55] GORDEN-LARSEN P, NELSON M C, PAGE P, et al. Inequality in the built environment underlies key health disparities in physical activity and obesity[J]. *Pediatrics*, 2006, 117(2): 417-424.
- [56] XU Y, WEN M, WANG F. Multilevel built environment features and individual odds of overweight and obesity in Utah[J]. *Applied Geography*, 2015, 60(S1): 197-203.
- [57] GILLILAND J A, RANGEL C Y, HEALY M A, et al. Linking childhood obesity to the built environment: a multi-level analysis of home and school neighbourhood factors associated with body mass index[J]. *Canadian Journal of Public Health*, 2012, 103(S3): S15-S21.
- [58] BELL J F, WILSON J S, LIU G C. Neighborhood greenness and 2-year changes in body mass index of children and youth[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2008, 35(6): 547-553.
- [59] RUNDLE A, ROUX A V D, FREEMAN L M, et al. The urban environment and obesity in New York City: a multilevel analysis[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2007, 21(4S): 326-334.
- [60] SAELENS B E, SALLIS J F, BLACK J B, et al. Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation[J]. *American Journal of Public Health*, 2003, 93(9): 1552-1558.
- [61] LI F, HARMER P, CARDINAL B J, et al. Built environment and changes in blood pressure in middle aged and older adults[J]. *Preventive Medicine*, 2009, 48(3): 237-241.
- [62] FRANK L D, SALLIS J F, CONWAY T L, et al. Many pathways from land use to health: associations between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2006, 72(1): 75-87.
- [63] ZENK S, SCHULZ A, HOLLIS-NEELY T, et al. Fruit and vegetable intake in african Americans: income and store characteristics[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2005, 29(1): 1-9.
- [64] ROSE D, RICHARDS R. Food store access and household fruit and vegetable use among participants in the us food stamp program[J]. *Public Health Nutrition*, 2004, 7(8): 1081-1088.
- [65] MORLAND K, ROUX A V D, WING S. Supermarkets, other food stores, and obesity: the atherosclerosis risk in communities study[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2006, 30(4): 333-339.
- [66] POWELL L M, AULD M C, CHALOUPKA F J, et al. Associations between access to food stores and adolescent body mass index[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2007, 33(4S): S301-S307.
- [67] WANG M C, KIM S, GONZALEZ A A, et al. Socioeconomic and food-related physical characteristics of the neighbourhood environment are associated with body mass index[J]. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2007, 61(6): 491-498.
- [68] LARSON N I, STORY M T, NELSON M C. Neighborhood environments-disparities in access to healthy food in the US[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2009, 36(1): 74-81.
- [69] WALKER R E, KEANE C R, BURKE J G. Disparities and access to healthy food in the United States: a review of food deserts literature[J]. *Health & Place*, 2010, 16(5): 876-884.
- [70] FRASER L K, EDWARDS K L, CADE J, et al. The geography of fast food outlets: a review[J]. *International Journal Environmental Research Public Health*, 2010, 7(5): 2290-2308.
- [71] XU Y, WANG F. Built environment and obesity by urbanicity in the US[J]. *Health & Place*, 2015, 34: 19-29.
- [72] KWATE N O, YAU C, LOH J, et al. Inequality in obesigenic environments: fast food density in New York City[J]. *Health & Place*, 2009, 15(1): 364-373.
- [73] PEARCE J, HISCOCK R, BLAKELY T, et al. A national study of the association between neighbourhood access to fast-food outlets and the diet and weight of local residents[J]. *Health & Place*, 2009, 15(1): 193-197.
- [74] STEWART J E, BATTERSBY S, FEDE A L, et al. Diabetes and the socioeconomic and built environment: geovisualization of disease prevalence and potential contextual associations using ring maps[J]. *International Journal of Health Geographics*, 2011, 10(1): 1-10.
- [75] 阿尔·巴比. 社会研究方法 (第十一版) [M]. 北京: 华夏出版社, 2009: 88-119.
- [76] MA J, MITCHELL G, DONG G, et al. Inequality in Beijing: a spatial multilevel analysis of perceived environmental hazard and self-rated health[J]. *Annals of the American Association of Geographers*, 2017, 107(1): 109-129. DOI:10.1080/24694452.2016.1224636.
- [77] XU F, YIN X, ZHANG M. Family average income and body mass index above the healthy weight range among urban and rural residents in regional mainland China[J]. *Public Health Nutrition*, 2005, 8(1): 47-51.
- [78] YANG J, FRENCH S. The travel-obesity connection: discerning the impacts of commuting trips with the perspective of individual energy expenditure and time use[J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2013, 40(4): 617-629.
- [79] ZICK C D, HANSON H, FAN J X, et al. Re-visiting the relationship between neighbourhood environment and BMI: an instrumental variables approach to correcting for residential selection bias[J]. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2013(10): 27-36.
- [80] HOTGRAVE D R, CROSBY R. Is social capital a protective factor against obesity and diabetes? findings from an exploratory study[J]. *Annals of epidemiology*, 2006, 16(5): 406-408.
- [81] COHEN D A, FINCH B K, BOWER A, et al. Collective efficacy and obesity: the potential influence of social factors on health[J]. *Social Science & Medicine*, 2006, 62(3): 769-778.
- [82] MOHNEN S M, GROENEWEGEN P P, VOLKER B, et al. Neighborhood social capital and individual health[J]. *Social Science & Medicine*, 2011, 72(5): 660-667.
- [83] JONES M, HUH J. Toward a multidimensional understanding of residential neighborhood: a latent profile analysis of Los Angeles neighborhoods and longitudinal adult excess weight[J]. *Health & Place*, 2014, 27(3): 134-141.
- [84] ZHANG W. Does compact land use trigger a rise in crime and a fall in ridership? a role for crime in the land use-travel connection[J]. *Urban Studies*, 2016, 53(14): 3007-3026.
- [85] HANDY S, CAO X, MOKHTARIAN P. Correlation or causality between the built environment and travel behavior? evidence from Northern California[J]. *Transportation Research Part D*, 2005, 10(6): 427-444.
- [86] CHI S H, GRIGSBY-TOUSSAINT D S, BRADFORD N, et al. Can geographically weighted regression improve our contextual understanding of obesity in the US? findings from the USDA Food Atals[J]. *Applied Geography*, 2013, 44(4): 134-142.
- [87] EID J, OVERMAN H G, PUGA D, et al. Fat city: questioning the relationship between urban sprawl and obesity[J]. *Journal of Urban Economics*, 2008, 63(2): 385-404.
- [88] EWING R, BROWNSON R C, BERRIGAN D. Relationship between urban sprawl and weight of United States youth[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2006, 31(6): 464-474.
- [89] BERRY T R, SPENCE J C, BLANCHARD C, et al. Changes in BMI over 6 years: the role of demographic and neighborhood characteristics[J]. *International Journal of Obesity*, 2010,34(8):1275-1283.
- [90] XU F, LI J, LIANG Y, et al. Residential density and adolescent overweight in a rapidly urbanizing region of mainland China[J]. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2010,64(11):1017-1021.
- [91] ALFONZO M, GUO Z, LIN L, et al. Walking, obesity and urban design in Chinese neighborhoods[J]. *Preventive Medicine*, 2014, 69: S79-S85.
- [92] CHEN J, CHEN S, LANDRY P F. Migration, environmental hazards, and health outcomes in China[J]. *Social Science & Medicine*, 2013, 80: 85-95.
- [93] 孙斌栋, 阎宏, 张婷麟. 社区建成环境对健康的影响——基于居民个体超重的实证研究 [J]. *地理学报*, 2016, 71(10): 1721-1730.

(本文编辑: 许政)